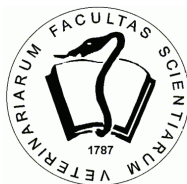


SZENT ISTVÁN EGYETEM
ÁLLATORVOS-TUDOMÁNYI KAR

Belgyógyászati Tanszék és Klinika



**Kutyák testhelyzetének hatása a HDO-rendszer
által mért vérnyomásra**

*Effect of different body positions on blood pressure measurement by
HDO-method in dogs*

Készítette:

Becker Zsolt
VI. éves állatorvos-hallgató

Témavezetők:

dr. Falus Fruzsina és dr. Manczur Ferenc
Belgyógyászati Tanszék és Klinika

Budapest

2015

Tartalom

Bevezetés	2
Irodalmi áttekintés.....	3
A keringés élettana	3
A vérnyomás endogén szabályozása.....	3
A magas vérnyomás kialakulása	5
A magas vérnyomás károsító hatása.....	6
Az alacsony vérnyomás kialakulása és károsító hatása.....	8
Vérnyomásmérési módszerek	9
Vérnyomásmérési pontok	11
A vérnyomásmérésnél használt paraméterek	12
A vérnyomásmérés protokollja.....	12
Mérőmódszerek pontosságára irányuló kísérletek	13
A testhelyzetek hatása a vérnyomásra	14
Anyag és módszer	16
A kutatáshoz használt kutyák	16
A készülék.....	16
A mérés kivitelezése.....	18
Felhasznált statisztikai módszerek.....	18
Eredmények.....	19
Diskusszió.....	25
Összefoglalás	27
Summary	29
Köszönetnyilvánítás	31
Források	32

Bevezetés

A vérnyomás mérésével először az angol természetfilozófus, Stephen Hales foglalkozott az 1700-as években. Kutatásában lovak vérnyomását mérte egy közvetlenül az arteria carotisba vezethető eszközzel (LEWIS, 1994). A vérnyomásmérésnek ez az invazív módja nem tette lehetővé, hogy az orvostudomány széles körben alkalmazza, ezért empirikus módszereket dolgoztak ki a vérnyomás mértékének megállapítására. A következő előrelépés az 1800-as években történt, amikor az első, nem invazív módszereket elkezdték alkalmazni. Ezeket már lehetett a humán orvoslásban is használni, de a nagy áttörést Riva Rocci érte el 1896-ban, megalkotva az első egyszerűen használható kézi mérőeszközt, a szfigmomanométert, melynek továbbfejlesztett változatait a humán orvoslás ma is használja, és több betegségben is fontos vizsgálati szereppel bír.

A vérnyomásmérés módszerét először állatokban dolgozták ki, és használták, viszont ezzel a módszerrel az állat élete veszélybe került az arteria carotis megnyitása miatt. Állatoknál, az emberorvoslásban használt indirekt eszközök pedig nem voltak pontosak. Így a fejlődés két úton ment tovább: az egyik oldalon a pontosság volt a cél, ezért itt maradt a direkt vérnyomásmérés, amit ma már az erekbe ültethető elektródákkal érnek el. A másik oldal a klinikai szempontokat tartotta szem előtt, hogy egy megfelelően pontos, de legfőképpen könnyen használható és biztonságos indirekt, nem invazív eszközt és módszert készítsenek el.

Az utóbbi évtizedekben, az állatorvoslásban is egyre fontosabb szerepet kap az indirekt vérnyomásmérés, mivel ismertté vált számos betegség magas vérnyomást előidéző szerepe, illetve a magas vérnyomás szervkárosító hatásai.

Vizsgálatom részét képezi a Belgyógyászati Tanszék Nefrológiai és Kardiológiai Munkacsoportja által végzett kutatómunkának, ahol a nem-invazív vérnyomásmérés módszerét és pontos kivitelezését vizsgálják éber kutyákban. A kutatócsoport saját eredményei és a szakirodalmi adatok alapján úgy tűnik, hogy kutyákban a legpontosabb eredményeket HDO (High Definition Oscillometry) mérőműszerrel, a farkon mérve kaphatjuk. Arról azonban eddig kevés tanulmány született, hogy a különböző testhelyzetekben mért vérnyomásértékek mennyire eltérőek. Így jelen kutatásunk célja az volt, hogy megvizsgáljuk, a farkon mért vérnyomás értékeket mennyire befolyásolja a testhelyzetek változása.

Irodalmi áttekintés

A keringés élettana

A vérnyomás kialakításáért a keringési szervrendszer felel, aminek tagjai a szív, az erek és a bennük áramló vér. Ezek hatnak közvetlenül a vérnyomásra, viszont a szervezet egészének is van befolyásoló szerepe a vérnyomásra.

A szív pumpa funkciója kiemelt jelentőségű a keringésben. Ez áramoltatja a vért az erekben, fenntartva ezzel a keringést és biztosítja a szervek perfúzióját. Az erek szerepe nemcsak a vér szállításában van, hanem rugalmas faluknak köszönhetően helyileg tudják szabályozni a vérnyomást. A vérnek passzív szerepe van a vérnyomás kialakításában. A szív határozza meg, hogy mekkora mennyiség jut be, míg az erek befolyásolják az eloszlásukat.

A vérnyomás nem statikus, hanem dinamikusan változó paraméter. A keringési szervrendszer egyes pontjait tekintve más-más értékeket lehet mérni. A szívnek a vért el kell juttatni a szervekhez, ehhez nagyobb nyomás szükséges, viszont ezt utána csökkenteni kell, hogy ne léphessen fel károsodás a szervekben. A vénás rendszernek a vért vissza kell juttatni a szívhez, amit a következő pumpálásból származó vér lök tovább (RUDAS, 1995).

A vérnyomás endogén szabályozása

A vérnyomás szabályozása a szervezet elsődleges folyamatai közé tartozik, mivel a vérnyomás megváltozása hatással van az összes szerv működésére.

A vérnyomás legfőbb szabályozója maga a szív. Folyamatos munkája tartja fent az állandó keringést és az izom összehúzódások közvetlenül meghatározzák az aktuális vérnyomást. A szívből a szisztolé alkalmával kikerült vérmennyiség a perctérfogat, amely függ a bal kamra térfogatától és a szív frekvenciájától. Ha ezek közül bármelyik növekszik, akkor megnő a vérnyomás (RUDAS, 1995).

A keringés szabályozása két részre osztható: lokális és centrális (humorális és idegrendszeri) adaptációra, ezek pedig lehetnek rövid, illetve hosszú távúak.

A lokális szabályzásban az erek vesznek részt. A rövid távú szabályzás a perfúzió hirtelen változásakor jut szerephez. Ez lehet myogen eredetű, amiben a simaizmok vesznek részt, lehet endothel eredetű, amiben az endothelialis faktorok, és metabolitok általi szabályzás (pl. adenozin, oxigén, szén-dioxid). A hosszú távú szabályzásban a növekedési faktorok vesznek részt, ennek a revaszkularizációban van szerepe (RUDAS, 1995).

A humorális rendszer már nemcsak a lokális, hanem a centrális szabályzásban is részt vesz. Fontos szerepe van a mellékvesevelő által termelt noradrenalinak, aminek érösszehúzó hatása van. A vese renin-angiotenzin-aldoszteron rendszere (RAAS) is jelentős szereppel bír a vérnyomás növelésében. Ezt a nátrium és következetesen a víz visszaszívásával éri el, növelve a keringő térfogatot (WEIR, 1999). Érszűkítő hatása van még a hipofízisben termelődő vazopresszinnek is, az angiotenzin II mellett, ami ugyancsak a RAAS aktivizáció során termelődik. Ezeken kívül szerepe van még a keringés szabályzásában a bradikininnek, a szerotoninnak, a hisztaminnak, a prosztaglandinnak és néhány ionnak is. Vannak olyan humorális faktorok is, amik az agytörzsi centrumokon keresztül fejtik ki a hatásukat (SHINOZAKI, 1988; MOCHEL, 2013).

Az idegrendszer az előbbi folyamatok felülszabályozója, legfontosabb feladata, hogy a lokális változások ne borítsák fel az egész keringési rendszert. A receptorok közül a baroreceptoroknak van kiemelkedő szerepe, amelyek ún. stretch-receptorok. Ezeknek két fajtája van, a dinamikus rostok a nyomásnövekedés változását, míg a statikus rostok a nyomás nagyságát érzékelik. A központi idegrendszerben a keringésszabályozás központjai az agytörzsi formatio reticularisban találhatóak meg. A presszor mező területén vannak a szív működést fokozó és érösszehúzódást serkentő magok, ezek stimulálásakor tehát a vérnyomás emelkedni fog. A depresszor mezőben található magoknak spontán aktivitása nincs, csak a n. vagus stimulációján és a presszor mező gátlásán keresztül fejtik ki hatásukat, a szív teljesítményének csökkenését és az erek tágulatát, tehát vérnyomásesést okozva (RUDAS, 1995).

A centrális, hosszú távú szabályzásnál a keringési rendszer egésze alkalmazkodik a szervezet igényeihez. Szerepet játszanak a központi idegrendszer vasoconstrictor tónus változása, az erős emocionális hatások, az éghajlathoz való alkalmazkodás vagy az oxigén ellátás tartós változása (RUDAS, 1995).

A magas vérnyomás kialakulása

Hypertensio alatt a vérnyomás tartós megemelkedését értjük, ami lehet fiziológias és patológiás folyamatok következménye is. Éppen ezért, megítélésük körültekintően kell eljárnunk. Jelentős különbség lehet például bizonyos kutyafajták fiziológias vérnyomásértékei között, ezért érdemes a fajtákra külön standard értékeket meghatározni, és saját méréseinket ezekhez hasonlítani. Például, míg a legtöbb agár fajtának a vérnyomása magasabb, addig a hozzájuk közeli rokon ír farkaskutyák vérnyomása a kutyák átlagánál alacsonyabb (BRIGHT, 2002). Ennek anatómiai és hemodinamikai okai vannak (COX, 1976).

A faji és fajtabeli különbségeken túl, egy egyedben az életkor, az ivar, az edzettségi állapot, illetve a temperamentum is hatással lehet a vérnyomásra (BODEY, 1996/2). Ez utóbbi azt jelenti, hogy az aktívabb, vagy nyugtalan kutyák vérnyomása magasabb, utóbbinál főleg a diasztolés érték emelkedik meg (COULTER, 1984). Bizonyított, hogy a vérnyomás az életkor előrehaladtával is nő. Jepson és mtsai kísérletükben a 9 évnél idősebb (klinikai és laborvizsgálatokkal) egészségesnek talált macskák 12,7%-ánál találtak magas vérnyomást (JEPSON, 2009). Chetboul és mtsai felmérésükben azt találták, hogy a hipertenzív macskák 84%-a 10 év feletti volt (CHETBOUL, 2003).

Embereknél az esszenciális hipertónia egy gyakori, multifaktoriális oktanú betegség (genetikai és környezeti tényezők is szerepet játszanak), ami a fejlett világot érinti, és főleg a keringési rendszer elváltozásaival függ össze (CHOBANIAN, 2003). Ehhez hasonló, primer, vagy másik néven idiopathicus hipertenzióval az állatorvoslásban ritkán találkozunk, bár egyes szerzők szerint macskákban akár 13-20%-a is lehet a magas vérnyomásos eseteknek (JEPSON, 2011).

Szekunder hypertensioról akkor beszélünk, ha a magas vérnyomás mellett más szisztémás betegséget is találunk, ami felelőssé tehető a magas vérnyomás kialakításáért, vagy ha iatrogén ártalomként valamely gyógyszer mellékhatásaként jelentkezik (pl. katekolaminok, glükokortikoidok, mineralokortikoidok, eritropoetin, fenilpropanolamin, nem-szteroid gyulladáscsökkentők). Kutyákban és macskákban a legfontosabb magas vérnyomáshoz vezető betegségek, állapotok a következők: akut és krónikus vesebetegség, hyperadrenocorticismus (kutya), hyperaldosteronismus, pheochromocytoma, hyperthyreosis (macska), primer, hypothyreosis (kutya), diabetes mellitus, elhízás (PETTERSEN, 1988; BROWN, 2007).

Összehasonlítva az emberek és a kutyák magas vérnyomásának kialakulását elmondható, hogy a kutyák rezisztensebben a másodlagos hipertensio kialakulására is. Michell és mtsai egy kutatásban a kutyák természetes ellenállását vizsgálták a magas vérnyomással szemben. Míg embereknél a GFR 33%-kal való csökkenése a legtöbb esetben magas vérnyomáshoz vezet, addig kutyáknál a GFR 33-75%-os csökkenése is csak kismértékben növelte a vérnyomást (MICHELL, 1997).

Kutyákban a leggyakoribb vérnyomás emelkedést okozó tényező az ún. „fehér köpeny szindróma”. Ez a jelenség tulajdonképpen egy válaszreakció arra a stresszre, amit a vizsgáló orvos és az adott szituáció vált ki. Ilyenkor a szervezet a szimpatikus idegrendszer aktivációján keresztül megemeli a vérnyomást (COULTER, 1984; BODEY, 1997; KALLET, 1997). A vérnyomás mérésekor rendkívül fontos, hogy ezt mindig szem előtt tartsuk.

A magas vérnyomás károsító hatása

A vérnyomás szorosan szabályozott a szervezeten belül, ugyanis változása a legtöbb szervrendszer működésére hatással lehet. Az angolszász irodalomban a „target organ damage” kifejezéssel a magas vérnyomás célszervekben okozott károsítását írják le. A célszervek közé a szívet és a hozzá tartozó keringési rendszert, a veséket, a szemet és az agyat soroljuk (BROWN, 2007).

A vérnyomás növekedése a szív és a keringési rendszer átépülésével jár. Az emelkedett afterload következtében kutyákban és macskákban arrhythmia, galoppitmus és bal kamra hypertrophia alakulhat ki (BROWN, 2007).

Chetboul és mtsai kutatásukban hipertenzív macskák klinikai és echokardiográfiás elváltozásait vizsgálták. Magas vérnyomás következtében a pitvar-kamrai sövény, illetve a bal kamra szabad fala megvastagodtak, míg a bal kamra üregének átmérője csökkent, azaz koncentrikus hypertrophia alakult ki (CHETBOUL, 2003). Kutyákban a krónikus hipertensio hatására szintén a bal kamra fala vastagszik meg és fibrosis alakul ki, amely abnormális relaxációval jár (MUNAGALA, 2005).

A másik komponense a keringési rendszernek a vérerek. Az artériákban lévő rugalmas izomrostoknak köszönhetően ezek nagymértékben tágulékonyak, ezért a tartós, lassú vérnyomás emelkedés nincs kifejezett hatással az állapotukra. Azonban, ha a vénákban

túlságosan megnő a hidrosztatikai nyomás, akkor az erek fala átjárható lesz, és folyadék fog kilépni, ödémát kialakítva. (KARSAI, 1982) A magas vérnyomás egy másik keringéssel összefüggő, jellemző tünete lehet az orrvérzés, mivel a nagy nyomás miatt az orrban levő kapillárisok megrepednek (BROWN, 2007).

A vérnyomás emelkedésekor a vesék károsodása is bekövetkezhet. A vérnyomás emelkedésével a nátrium és a víz kiválasztás fokozódik, hogy a keringő vértérfogat mennyisége csökkenjen. Emellett az intraglomerularis nyomás megnő, ennek következtében proteinuria alakulhat ki. Ezek a folyamatok hosszútávon glomerulosclerosisishoz, vesefibrosishoz, illetve krónikus veseelégtelenséghez vezetnek. Jacob és mtsai egy kutatásban 45 krónikus vesebeteg kutyán vizsgálták a vérnyomást illetve az uraemiás krízist. A kutyákat három csoportba osztották a szisztolés vérnyomásuk alapján. A magas vérnyomású csoportban gyakrabban alakult ki uraemiás krízis és a vese funkciója is jobban csökkent (JACOB, 2003).

Magas vérnyomás (180 Hgmm felett) hatására léziók alakulnak ki a szemben. Ezek különböző mértékűek lehetnek, így például retinopathia, retina leválás, retinavérzés, multifokális retina ödéma, papilla ödéma, chorioidopathia, üvegtest vérzés, hyphema, másodlagos glaukóma vagy retina degeneráció is előfordulhat. Vérnyomáscsökkentők hatására a retina ugyan vissza tud tapadni, de a látás legtöbbször már nem tér vissza (SANSOM, 1997; BROWN, 2007).

A magas vérnyomást az Amerikai Belgyógyász Kollégium (ACVIM - American College of Veterinary Medicine) konszenzusos ajánlása alapján négy csoportra osztjuk: alacsony, enyhe, közepes és magas kockázatúra.

Az alacsony kockázatú csoportba a 150/95 Hgmm (szisztolés/diasztolés érték) alatti, emelkedett vérnyomású állatok tartoznak. Ekkor még nem ajánlott vérnyomás csökkentő terápia. Enyhe kockázatúnak a 150/95 Hgmm és 160/100 Hgmm között mért vérnyomásértékeket nevezzük, ekkor sem szükséges a vérnyomáscsökkentő terápia elkezdése. Mindkét csoportnál figyelembe kell venni, hogy fals magas eredményt adhat az idegen környezet, idegen emberek és idegen szituáció által kiváltott stressz, vagyis a korábban említett „fehér köpenyes hipertensio”. Az első szint, ahol be kell avatkozni, az a közepes kockázatú csoport, ami 160/100 Hgmm-től 180/120 Hgmm-ig tart. A terápia lényege, hogy megelőzzük a célszervek károsodását. A fehérköpeny effektus azonban még ekkora vérnyomás emelkedésért is felelős lehet, ezért elsőnek ezt kell kizárni.

A magas kockázatú szint 180/120 Hgmm felett van. Ilyenkor már általában jelentkeznek a magas vérnyomás károsító hatásának tünetei is, így a terápia célja, hogy ezeket megállítsuk, és ha lehetséges visszafordítsuk (BROWN, 2007).

Az alacsony vérnyomás kialakulása és károsító hatása

Alacsony vérnyomásról kutyákban és macskákban akkor beszélünk, ha a szisztolés vérnyomás <80 Hgmm, vagy az artériás középnyomás <60 Hgmm. A hypotensio kutyákban és macskákban krónikus formában kevésbé jellemző, mint a hypertensio, oka a szervezetbeli folyadék mennyiségi csökkenése. Ez általában a vérvolumen esését jelenti, ami leggyakrabban akut vérvesztés után alakul ki. A vérvesztés történhet a külvilágba, vagy valamelyik testüregbe. Amennyiben a nyomás csökkenése nagymértékű, vagy hirtelen történik, a keringési rendszer összeomolhat és ezzel egy életveszélyes állapot, sokk alakulhat ki, ami azonnali kezelést igényel. Volumen csökkenés alakulhat még ki vízvesztés hatására is. Ide tartozik az izzadás miatti túlzott folyadékvesztés (jellemzőbb inkább emberben, lóban, kevésbé húsevőkben), illetve a vese túlzott kiválasztó tevékenysége. Ez utóbbi általában akkor léphet fel, amikor valamilyen betegségben (pl. diabetes mellitus, diabetes insipidus, Cushing-szindróma) polyuriás az állat, de nem jut elegendő folyadékhoz. Hypotensio alakulhat még ki túlzott só felvételekor is, ha nincs elegendő víz, ugyancsak a vese fokozott kiválasztása miatt (KARSAI, 1990). Mind az állatorvoslásban, mind a humán orvoslásban nagy jelentősége van a bódítással vagy altatással együtt járó hypotensiónak, ilyenkor ugyanúgy bekövetkezhet a keringés összeomlása és a létfontosságú szervek hypoperfusio miatti károsodása (BROCK, 2009). Zygner és mtsai 48 babesiosisban megbetegedett kutyát vizsgáltak, mivel a hypotensiót a hypoxiás vesekárosodás egyik okának tartják. Összesen hét kutyánál észleltek hypotensiót (80 Hgmm alatti MAP értéket), továbbá azok a kutyák, amelyek azotaemiásak voltak, ott a szisztolés, diasztolés és a MAP érték is alacsonyabb volt (ZYGNER, 2014).

Az akut hypotensio igen súlyos beszámítás alá esik, aminek az oka, hogy a szabályzó folyamatok inkább a vérnyomás csökkentése felé hatnak, a hypertensio veszélyeit elkerülve. Az ilyenkor kialakuló hypovolaemiás sokk azonnali kezelést igényel (KARSAI, 1990).

Vérnyomásmérési módszerek

A vérnyomásmérési módszereket két nagy csoportra lehet osztani, direkt és indirekt módszerekre. A direkt módszer előnye, hogy a pontos vérnyomásértéket adja meg, hiszen a mérőrendszer közvetlen kapcsolatban áll az artériával. Legnagyobb hátránya az, hogy invazív és emellett az előkészítése idő- és munkaigényes. Az indirekt módszer ezzel szemben nem igényel közvetlen kapcsolatot az erekkel, viszont a mérések emiatt nem lesznek teljesen pontosak. Azonban egy jó mérési módszer megfelelő mértékben megközelíti a direkt módszer pontosságát. További előnye, hogy gyorsabb mérést tesz lehetővé (RUDAS, 1995).

Az első, 18. században használt technika alapján a felpreparált artéria carotisba vezettek egy üvegsövet, majd később egy műanyag katétert, aminek feltelődése vérrel közvetlenül megadta a vérnyomás értékét. A pontosság egyértelmű volt, viszont sok munkával és veszéllyel járt. Ez a nyílt rendszerű vérnyomásmérés nem került be a gyakorlatba (PARKINSON, 1978).

Kutatásokban a mai napig használt módszer a direkt, zárt rendszerű vérnyomásmérés. Ilyenkor valamelyik nagy érbe (általában a femoralis artériába) ültetnek be egy mérőeszközt, ami pontos tájékoztatást ad a vérnyomásról egy külső vevőegységnek (általában rádiótelemetriás elven). Garner és mtsai kutatásukban igazolták, hogy ez a módszer biztonságosan alkalmazható és ismételhető, továbbá, ha a beavatkozást kellő sterilitással végzik, akkor nem alakul ki sem szepszis sem trombózis (GARNER, 1985). Ezek a rendszerek több hónapig is az artériában maradhatnak és ott működőképesek maradnak. A nehéz előkészítés és magas költségek miatt az állatorvosi gyakorlatban ez a módszer mégsem terjedt el, de mivel nagyon jó pontossággal működnek, és hosszútávon egyszerűen monitorozható a vérnyomás segítségével, kutatásokban kulcsszereppel bírnak (TRUETT, 1995; MONTEIRO, 2013).

Az emberorvoslásban használt indirekt vérnyomásmérő műszerek elterjedésével az állatorvoslásban is alkalmazni kezdték a szfigmomanométert, amihez szükséges egy felfújható mandzsetta, ami elszorítja az artériát, illetve egy fonendoszkóp, hogy hallani lehessen a visszatérő véráramlás jellegzetes hangját (Korotkov-hangok). A mandzsetta felpumpálását követően az ér felett nem lehet semmilyen hangot hallani, majd ahogy leeresztjük a mandzsettát, amikor az érben levő nyomás eléri a mandzsetta nyomását egy jellegzetes szakaszos hangjelenség keletkezik. A mandzsettában lévő nyomás ilyenkor a

szisztolés értékkel azonos. Amikor a hang folyamatossá válik, már a diasztolékor is elegendő nyomás marad az erekben, a mandzsetta már nem tudja összenyomni az artériát, így a diasztolés nyomásértéket is meghatározhatjuk (HARVEY, 1983; WESSALE, 1985). Ez módszer a humánorvoslásban terjedt csak el, mivel a Korotkov-hangok az állatoknál nem hallhatóak. Az állatorvosi gyakorlatban a fonendoszkópos hallgatózást felváltották a Doppler-módszeren alapuló eszközök, ma ez a legelterjedtebben használt vérnyomásmérési módszer. Működési elve, hogy a transzducer ultrahang segítségével érzékeli a vér áramlását az a. digitalis palmaris/plantaris communisokban (a talppárna felett, a láb palmaris/plantaris oldalán), és hallható hanggá alakítja azt. Ehhez először le kell borotválni a szőrt, majd a területre gélt helyezni, hogy a transzducer közvetlenül érintkezzen a talpi felülettel. A mandzsettát az artéria felett helyezük el, innentől a vizsgálat elve megegyezik a szfigmomanométernél leírtakkal (amikor elszorítjuk az artériát a surranó hang megszűnik, ahogy felengedjük, visszatér) (GARNER, 1975). Ezzel a módszerrel megbízhatóan csak a szisztolés vérnyomás határozható meg, legpontosabban a 70-160 Hgmm tartományban (MANDIGERS, 2005).

A következő módszer az oszcillometriás mérési mód, amit szintén a humánorvoslásban használtak először. Itt a mandzsettában található egy nyomásérzékelő. Ezt már a végtagra, általában az a. brachialisra teszik fel. A mandzsetta a felfújásakor elszorítja az ereket, megállítva ezzel a véráramlást. Ezután az eszköz elkezd lassan leereszteni a nyomást a mandzsettában, majd a szisztolés vérnyomás alá csökkentve a mandzsettanyomást ismét elkezd áramolni a vér. Ekkor az erek falán hullámok keletkeznek, amik kezdetben erősödnek, majd gyengülnek, később, amint a vér normálisan áramlik, meg is szűnnek. Ezeket a hullámokat nevezzük oszcillációnak, melyeket a mérőműszer érzékel. A legnagyobb oszcillációk akkor következnek be, amikor a mandzsettanyomás megegyezik az artériás középnyomással. Ez a módszer tehát az artériás középnyomás értéket méri, majd a mérés végeztével műszerenként egyedi algoritmusok segítségével kiszámítja a szisztolés és diasztolés értékeket (BABBS, 2012).

A kutatásunkban is használt módszer a HDO (High Definition Oscillometry) egy állatokra kifejlesztett oszcillometriás rendszer. Működési elve, hogy érzékeli az erek pulzációját, az érzékelő rendszer pedig bele van építve a mandzsettába (a humán, digitális mérőkhöz hasonlóan). Nagy előnye a rendszernek, hogy a készülék képes a pulzushullámokat egy monitoron megjeleníteni, ezzel lehetőséget ad a mérési hibák kiszűrésére (pl. az izom

összehúzódnakból adódó hullámokat a monitoron megjelenített kép alapján el lehet különíteni a pulzushullámoktól).

Vérnyomásmérési pontok

Vérnyomásmérése a legtöbb, közel felületesen elhelyezkedő artéria használható. Ezek minél közelebb vannak a szívhez, annál pontosabb eredményt adnak. Ezzel egyenes arányban csökken megközelíthetőségük, ami a gyakorlati alkalmazást megnehezíti.

Törtélelmi jelentősége van az arteria carotidnak. A legpontosabb eredményt adja, viszont a leginvaszívabb is az eljárás. Csak direkt vérnyomásmérésre használható. Ezek miatt ez a gyakorlatban nem terjedt el (PARKINSON, 1978).

A végtagok nagy artériái (a. brachialis, a. femoralis) nemcsak direkt, hanem indirekt vérnyomásmérésre is használhatóak. A humán gyakorlattal ellentétben azonban állatorvoslásban ritkán használjuk e mérési pontokat, mivel az olyan mérést zavaró tényezők, mint a dús szőrzet és a tömeges izmok a legnagyobb mértékben itt vannak jelen. Kutatásokban, direkt mérési rendszerekben alkalmazzák (TRUETT, 1995; MONTEIRO, 2013).

A Doppler vérnyomásmérő rendszerrel a lábvégeken található artériák is használhatóak. Ezeknek a felkeresése munkaigényes, viszont, mivel alig van zavaró szövet az artéria és az érzékelő között, megfelelő pontosságú méréseket tehet lehetővé (GARNER, 1975).

A HDO módszer egyik előnye, hogy akár a végtagokon, akár a farkon is lehet vele mérni. Amennyiben a végtagon mérünk, általában a mellső végtagon található arteria medianát használjuk (SELISKAR, 2013).

Végül, az általunk is használt artéria a farkon található (a. coccygealis ventralis). Előnye, hogy a mandzsetta kiképzése miatt nem kell a pontos helyét felkeresni, és kicsi az izmoltsága. Megnehezíti viszont a mérést a vastag farkoszőrzet, illetve ha csonkolt a fark. Ez utóbbi akár lehetetlenné is teheti a vérnyomásmérést (MEYER, 2010). Bodey és mtsai egy kutatásban összehasonlították a végtagokon és a farkon oszcillometriával mért vérnyomást a direkt úton mért vérnyomásértékekkel. A farkon mért vérnyomás jobban korrelált a véres úton mért értékekkel és éber állapotban is jobban reprodukálható eredményeket szolgáltatott a végtagra

helyezett mandzsettához képest (BODEY, 1994). Egy másik kutatásban a farkon és a végtagokon mért oszcillometriásan mért vérnyomást telemetriás módszerrel meghatározott értékekkel vetették össze. Bár a végtagok és a farkon mért értékek hasonlóan jól korreláltak, a farkon könnyebben és nagyobb sikeraránytal tudtak mérni (BODEY, 1996).

A vérnyomásmérésnél használt paraméterek

A vérnyomás több értékkel határozható meg: szisztolés, diasztolés, pulzus, közép és statikus nyomásérték. A szisztolés nyomásérték a kamrák maximális összehúzódásakor (szisztolékor) mérhető. A diasztolés nyomásérték, melyet a rugalmas falú nagy artériák generálnak, a kamrák maximális elernyedésekor (diasztolékor) mérhető. A pulzus nyomásérték a szisztolés és diasztolés nyomásérték különbsége, de ez függ a pulzustérfogattól és az érfal rugalmasságtól. A középnyomás értéket (mean arterial pressure – MAP) a perctérfogat és a totális perifériás ellenállás határozza meg, nemcsak a szisztolé és a diasztolé átlaga. Ennek az oka, hogy a diasztolé sokkal hosszabb, mint a szisztolé. Kiszámítása azonban történhet ezen értékek alapján is (a diasztolés érték 2/3-ának és a szisztolés érték 1/3-ának az összege). A statikus nyomásérték csak post mortem mérhető, ez a nyomás a vér saját nyomása a szív hatásán kívül (RUDAS, 1995)

A vérnyomásmérés protokollja

Ahhoz, hogy a mérések megfelelően pontosak legyenek, lényeges alapszabályokat kell betartani. Ezek az ACVIM 2007-es ajánlása szerint következők:

- A mérőműszereket félévente kalibrálni kell.
- A mérési folyamatot standardizálni kell.
- A környezetnek csendesnek és nyugodtnak kell lenni, a tulajdonosnak lehetőség szerint jelen kell lenni. A páciens nem lehet szedálva vagy altatva. Biztosítani kell, hogy a páciens hozzászokhasson az új környezethez a vizsgálat előtt.
- Az állatot óvatosan kell kezelni, és kényelmes pozícióba, általában hasi vagy laterális fekvésbe kell helyezni.

- A mandzsetta harántátmérője kutyák esetében a láb körméretének kb. 40%-a legyen és ezt fel is kell jegyezni a későbbi vizsgálatokhoz.
- A mandzsetta a farokra vagy valamely végtagra legyen helyezve, ezt is jegyezzük fel.
- Ugyanannak a gyakorlott személynek kell végrehajtania a méréseket.
- A páciensnek nyugodtnak és mozdulatlannak kell lennie.
- Az első mérési eredményt figyelmen kívül kell hagyni. Legalább három, de lehetőleg öt-hét mérésnek az átlagát kell figyelembe venni. Ezeknek következetesnek kell lenni egymáshoz képest (nem lehet nagyobb az eltérés 20%-nál).
- Ha szükséges, ismételni kell a mérést vagy változtatni kell a mandzsetta helyzetét.
- Ha kétséges az eredmény, a méréseket egy későbbi alkalommal meg kell ismételni.
- Rögzíteni kell a mandzsetta méretét, a helyét, az értékeket, a kizárt értékek indoklását, a végleges eredményeket, illetve az interpretációt.

Mérőmódszerek pontosságára irányuló kísérletek

A vérnyomás nem állandó érték, ugyanazon állaton belül is másodpercről-másodpercre változik, függ az állat testhelyzetétől a mérési módszertől és a mérés helyétől is. Amikor egy indirekt mérési módszert tesztelnek egy párhuzamosan elvégzett invazív eljárással hasonlítják össze a mérési eredményeket. A véres úton történő mérés során is számos hibalehetőség adódik, melyek felsorolása meghaladja a dolgozat kereteit, ezekről számos jó összefoglalás áll az érdeklődő olvasó rendelkezésére (MOXHAM, 2003; KURTZ, 2005). Fontos, hogy az éren belül mérhető vérnyomás a centrális és perifériás artériák között lényeges eltérést mutathat, amelyért a pulzushullám visszaverődése a felelős (DART, 2001). Ezt a jelenséget a kisebb artériák elágazódása és a centralis erekhez képest kevésbé rugalmas faluk okozza. A visszaverődő pulzushullámok elsősorban a szisztolés vérnyomásértéket módosítják. A vérnyomás e biológiai variabilitása miatt a véres úton történő méréshez az indirekt méréssel azonos (ellentétes oldalú) végtagot, vagy a farok használata esetén, a farokkal leginkább egyező vérnyomású más eret kell használni. A párhuzamos mérések összehasonlítását régebben lineáris regresszióval vizsgálták, ez azonban nem válaszolja meg azt a legfontosabb kérdést, hogy a két módszer által kapott értékek egymással helyettesíthetőek-e, azaz a két eljárás felcserélhető-e. Bland és Altman vezették be az orvosi és állatorvosi gyakorlatba azt a róluk elnevezett statisztikai eljárást, melynek során a tesztelni kívánt mérési eredményeket és a „gold standard” mérés eredményeinek eltérését („bias”) egy koordináta rendszer y-

tengelyén, a két mérési eredmény átlagának (x-tengely) függvényében ábrázolják (Bland – Altman). A grafikus megjelenítésen túl, az eltérések átlaga („mean bias”) és az a tartomány is kiszámítható eljárásukkal, ahová a mérések 95%-a várható. Ennek kiszámítása: mean bias \pm 1,96 SD (szórás). Az Amerikai Állatorvosi Belgyógyász Kollégium által kiadott konszenzusos ajánlás szerint, egy indirekt vérnyomásmérő akkor tekinthető elfogadható pontosságúnak és precizitásúnak, ha a cél állatfaj minimum 8 egyedén, a vizsgálni kívánt állapotban (éber vagy altatott) párhuzamosan véres úton végzett vérnyomásméréssel összevetve, az átlagos eltérés 10 Hgmm-nél kisebb és az eltérések 95%-a \pm 30 Hgmm-en belül esik. Emellett azt is előírják, hogy a mérések 80%-a 20 Hgmm-en, 50%-a pedig 10 Hgmm-n belül kell legyen (BROWN, 2007).

Számos kísérlet történt a kereskedelmi forgalomba hozott állatorvosi vérnyomásmérő készülékek tesztelésére. Az előzőekben említett feltételeknek éber állapotban eddig egyetlen indirekt vérnyomásmérő sem tudott maradéktalanul megfelelni kisállatokban. Kutyaiban a legjobb eredményeket a HDO-módszerrel farkon történő mérések adták, a Doppler-módszer sem ébren, sem altatott állapotban nem szolgáltatott kellően pontos adatokat (MEYER, 2010; MANCZUR, 2014).

Altatott kutyaiban, azonban több oszcillometriás eljárás is megfelelt az ACVIM ajánlásnak, ami rámutat, hogy a mérési pontatlanságok zöme a mandzsettát viselő testrésztől mozgásából, illetve izmainak megfeszítéséből adódhat elsősorban (SAWYER, 2004; MCMURPHY, 2006; MACFARLANE, 2010; WERNICK, 2010; VACHON, 2014).

Mindezek miatt a mostani vizsgálatunkban mi is a HDO-módszerrel farkon történő méréseket választottuk.

A testhelyzetek hatása a vérnyomásra

A jelen kutatásban is vizsgált kérdés, hogy az állat testhelyzete milyen mértékben befolyásolja a vérnyomást. Ennek az a jelentősége, hogy a páciensek nem mindig vizsgálhatóak ugyanabban a pozícióban (pl. oldalt fekve). Ilyenkor viszont ismerni kell az eltérés mértékét az alaphelyzethez képest.

Rondeau és mtsai 51 kutyán vizsgálták Doppleres mérőműszerrel, hogy milyen különbség van a mért vérnyomásban ülve és laterális fektetésben. A kutatás eredményeképpen a szisztolés vérnyomás ülve a kutyák 86%-ában magasabb volt (172,1 +/- 33,3 Hgmm, szemben a 147,0 +/- 24,6 Hgmm-rel). Ennek a magyarázata lehet az, hogy a kinyújtott végtag izomtónusának változása befolyásolta a mandzsetta által mért nyomásokat (RONDEAU, 2013).

Nakao és mtsai nyolc, altatott kutyán vizsgálták, hogy milyen különbségek lépnek fel a vérnyomásban illetve a perctérfogatban hanyatt és oldalt fekvő. A perctérfogat mind a két oldalt fektetett esetben nagyobb volt, mint hanyatt fekvő (2,6 +/- 0,9 l/min szemben 3,1 +/- 1,0 és 3,1 +/- 1,1 l/min-el). A bal kamra szisztolés vérnyomása is növekedett, ha oldalt fektették az állatot. Hanyatt fekvő ez az érték 128 +/- 17 Hgmm volt, míg oldalt 147 +/- 19 illetve 141 +/- 16 Hgmm. Ezek az értékek mind szignifikánsan magasabbak voltak, mint hanyatt fekvő (NAKAO, 1986).

Acierno és mtsai 33 kutyán vizsgálták, hogy a különböző mérési pontok között mekkora eltérés van a véres úton mért vérnyomásértékekben. Két csoportra osztották a kutyákat, az egyiknél az egyik katétert az arcus palmaris superficialisba, a másikat pedig az arteria pedalis dorsalisba ültették, míg a másik csoportban az arcus palmaris superficialis mellett az arteria sacralisba. A méréseket altatásban, hát, illetve jobb oldalsó fektetésben is elvégezték. A kutatás eredménye az lett, hogy a különböző helyeken, és pozícióban mért értékek között nagy eltérések lehetnek, pl. a hátsó végtagon akár 43 Hgmm-rel is nagyobb értékek mérhetők, mint a mellsőkön, háton, illetve oldalt fekvő (ACIERNO, 2015).

Ezzel szemben Bright és mtsa kutatásában, ahol álló és oldalt fektetett ír farkaskutyák vérnyomását hasonlították össze oszcillometriás módszerrel, a farkon mérve, nem találtak különbséget a szisztolés, csak a diasztolés vérnyomásértékben. (BRIGHT, 2002).

Larsson és mtsai 120 kutyán hasonlították össze a Doppler-eljárással mért vérnyomást hason fekvő, jobb oldalt fekvésben, illetve harmadik pozícióként, ha a kutyák a tulajdonos ölében voltak. Az általuk mért értékek hason fekvő 153 Hgmm ($P_{25-75\%}=134-176,5$ Hgmm), jobb oldalt fektetésben 139 Hgmm ($P_{25-75\%}=125,5-159,8$ Hgmm), illetve a tulajdonos ölében 141 Hgmm ($P_{25-75\%}=125-159$ Hgmm) volt. Ezek alapján nem érdemes hason fekvő mérni a vérnyomást, mivel fals magas értékeket adhat (LARSSON, 2015).

Anyag és módszer

A kutatáshoz használt kutyák

Az alábbi kutatásban használt állatok kiválasztásában törekedtünk arra, hogy minden korcsoportból, méretből és ivarból legyenek pácienseink. Az egyetlen kizáró tényező a fark minimális hossza volt. Ha ez nem haladta meg a mandzsetta méretét, az állat nem vehetett részt a kutatásban. Így összesen 35 kutya vérnyomását mértük meg.

Fontos volt, hogy mind keverék, mind fajtakutyákat használjunk a kutatásban. A fajta sajátosságokat a mérések alkalmával figyelembe vettük. A legfontosabb célunk az volt, hogy minden mérettartományból vizsgáljunk egyedeket. Három mérettartományba soroltuk a vizsgált kutyákat: kistestű (10 kg alatti), közepes méretű (10-25 kg között), és nagytestű (25 kg felett).

Az ivarbeli vérnyomás különbségről korábbi kutatások nem tettek említést, ezért mi sem tulajdonítottunk ennek jelentőséget, ivaros illetve ivartalanított kan és szuka kutyák is részt vehettek a kutatásban. Igyekeztünk minden korcsoportból beválogatni kutyákat, fiataloktól az idős korosztályig.

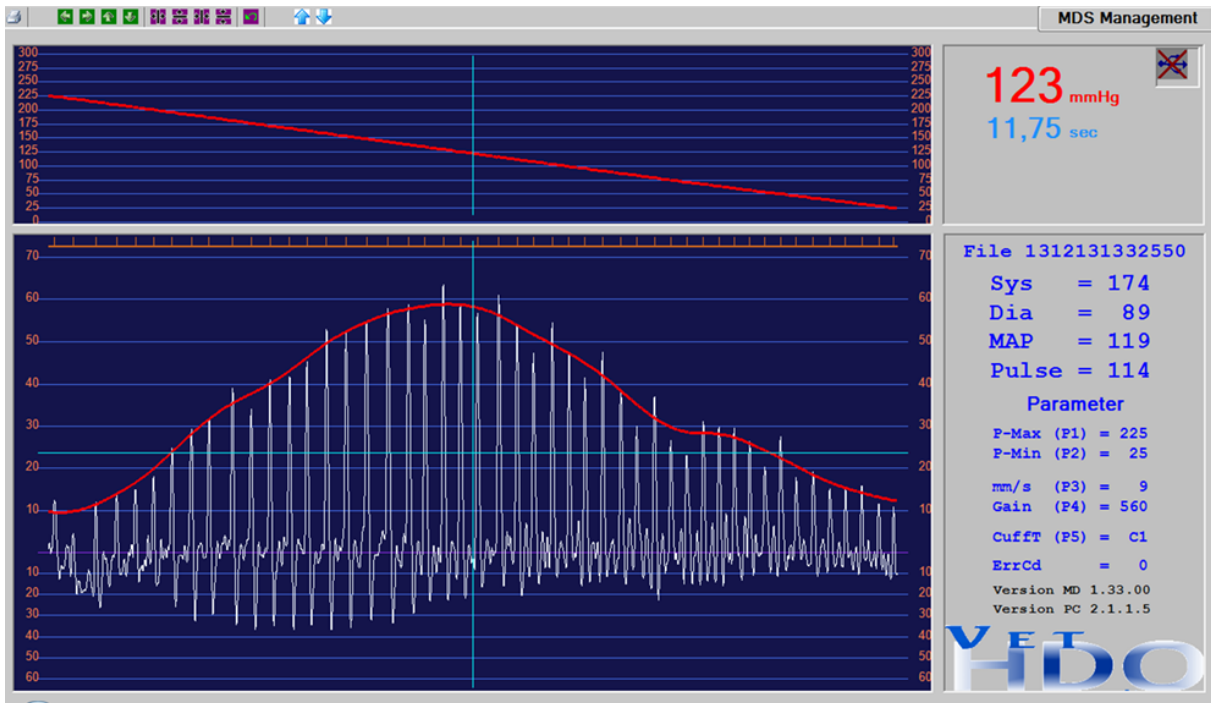
Célunk volt viszont, hogy a lehető legnagyobb vérnyomástartományban legyenek a vizsgált állatok, emiatt az egészséges állatok mellett, beteg kutyák is szerepeltek a kutatásban.

A tulajdonosok hozzájárultak a vizsgálat elvégzéséhez, illetve a mérések elvégzése előtt megtörtént az etikai engedélyek kitöltése is.

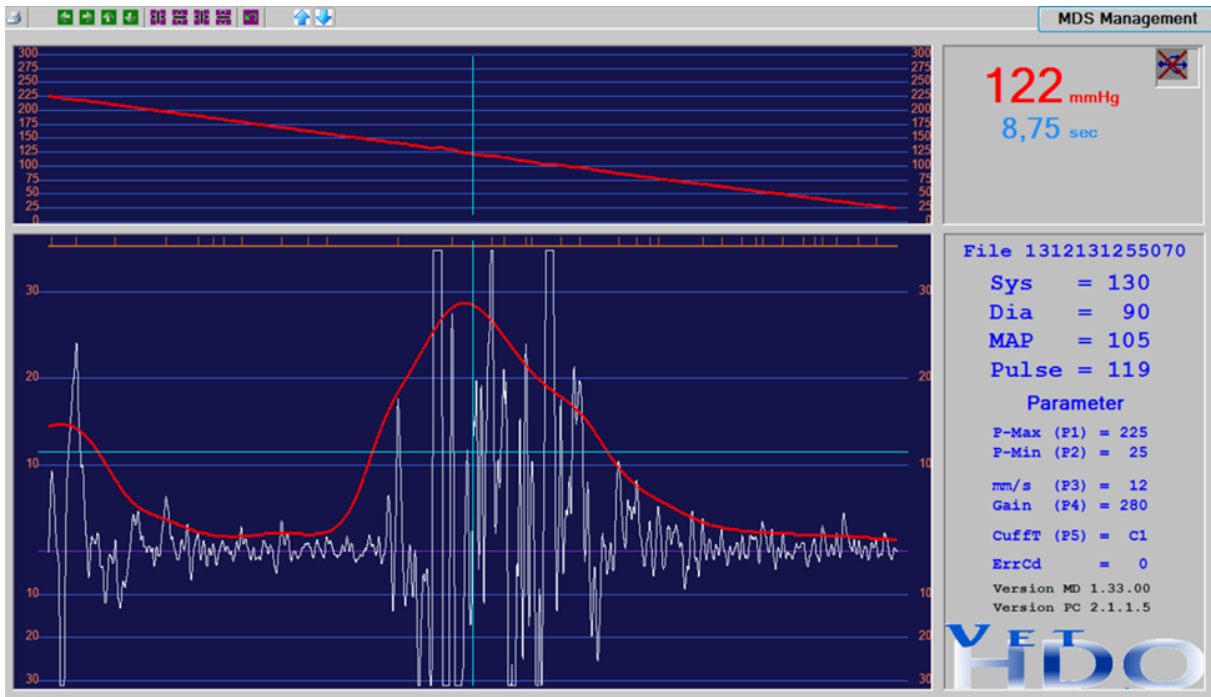
A készülék

Kutatásunkhoz oszcillometriás elven működő HDO-vérnyomásmérőt (S + B medVET GmbH Németország) használtunk. A készülék a hagyományos oszcillometriás készülékekhez képest több technikai újítással rendelkezik (lineáris mandzsettanyomás változtatás, 32-bites processzor, érzékeny szenzor a mandzsettában), és az artériás középnyomás mérése mellett, a szisztolés és diasztolés értékeket nem fix algoritmusból számítja ki, hanem a mandzsetta oszcillációs görbéjének alakjából határozza meg. A készülék egyik nagy előnye, hogy

számítógéphez csatlakoztatva, a mandzsettanyomás és az oszcillometriás görbék valós időben megjeleníthetők (Ld. 1. és 2. ábra). Ez lehetőséget ad a mozgási és az izomfeszülésből adódó műtermékek felismerésére.



1. ábra: Egy elfogadható mérés, ami a HDO-vérnyomásmérővel készült.



2. ábra: Egy nem elfogadható mérés, ami a HDO-vérnyomásmérővel készült.

A mérés kivitelezése

A kutatás egyik legfontosabb része volt, hogy a méréseket mindig ugyanolyan körülmények között, ugyanolyan módszerrel végezzük. Egy kivétellel minden mérést a tulajdonos jelenléte mellett végeztük, egy nyugodt, csendes szobában. A mérések előtt hagytuk a kutyákat hozzászokni az új környezethez, és az esetek egy részében a vérnyomásokat a földön mértük. A vizsgálóasztalra csak akkor került fel a kutya, ha a tulajdonos elmondása szerint ott nyugodtabb, vagy ha ez láthatólag nem okozott stresszt az állatnak. A méréshez a kutya farkához megfelelő mandzsettát választottuk ki (háromféle méretű mandzsetta tartozik a készülékhez), és amennyiben szükséges volt, a méréseket újrateztük másik mandzsettával a pontosabb eredmények érdekében. Ha az érintkezéshez szükséges volt, akkor a szőrt is lenyírtuk a fark ventralis részéről. A méréseket három különböző testhelyzetben végeztük: állva, jobb oldalon fekvő és a hason fekvő. A mérések sorrendjét véletlenszerűen választottuk ki, viszont ügyeltünk arra, hogy mind a hat lehetséges változatból közel egyenlő számú legyen.

Egy mérési sorozatban az első mérési eredményeket nem vettük figyelembe, majd ezután azoknak a méréseknek az eredményét átlagoltuk, melyeknél a mandzsetta oszcillációs görbéi a legszabályosabb harang alakot mutatták a monitoron. Hogyha voltak kiugró csúcsok, vagy kettős csúcsú görbe volt, ezeket elvetettük, függetlenül attól, hogy a készülék jelezte-e a fals mérési eredményt. Fektetéseként legalább három eredmény átlagát vettük, és ezeket az átlagokat hasonlítottuk össze, így állatonként minimum 10-12 mérést végeztünk. A kutatás kivitelezése alatt összesen 450 mérést végeztünk.

Felhasznált statisztikai módszerek

Kutatásunk statisztikai elemzéséhez leíró statisztikai módszereket, párosított t-próbát, ismételt mérésű varianciaanalízist és Bland-Altman analízist használtunk. A statisztika számítások elvégzéséhez az Analyse-it Microsoft X-cell programot használtuk. A $p < 0,05$ értékeket tekintettük szignifikánsnak.

Eredmények

Összesen 35 kutya vérnyomását mértük meg. Közülük 34 mellett a tulajdonosuk is jelen volt a vizsgálat alatt. Az állatok testtömege 3,6 és 70 kg között volt (átlagosan $19,15 \pm 12,63$ kg). Ebből, az általunk felállított mérettartományok alapján, 11 egyed kistestűnek, 12 kutya közepes méretűnek, míg 12 állat nagytestűnek számított. Összesen 8 keverék kutya mellett 15 különböző fajtaba tartozó állatot vizsgáltunk. A korbeli különbségek nagyok voltak, ez 6 hónap és 14 év (átlagosan $5,32 \pm 3,76$ év) között változott. Összesen 23 szuka (ebből 11 ivartalanított) és 12 kan (ebből 3 ivartalanított) kutyát vizsgáltunk meg. (Ld. 1. táblázat.)

1. táblázat: A kutatásban használt kutyák adatai. iv.= ivartalanított

	fajta	ivar	súly (kg)	kor (év)
Sissy	jack russel t.	szuka	5	0,5
Füles	keverék	szuka	10	13
Walter	whippet	iv. kan	12	4
Felleg	magyar agár	szuka	27	5
Ékes	magyar agár	szuka	24,4	9
Gustavo	jack russel t.	kan	6,4	3
Boróka	mudi	iv. szuka	9	6
Nina	keverék	iv. szuka	8	4
Borka	keverék	szuka	7,7	0,6
Panka	whippet	iv. szuka	12,2	3
Helka	magyar agár	szuka	25,8	7
Mad	staffordshire	kan	25	14
Fodorka	magyar agár	szuka	27	7
Kócos	keverék	kan	5	6
Saci	t.schnauzer	iv. szuka	9	12
Hektor	német dog	kan	70	4
Mila	keverék	iv. szuka	20	3
Moxi	boxer	kan	23	7
Iglice	magyar agár	szuka	25,2	2
Nimród	magyar agár	kan	28,5	6
Domitor	beagle	kan	15	9
Daeron	malinois	iv. kan	22	8
Sunny	cavalier	iv. szuka	3,6	2
Dapa	malinois	szuka	17	1
Fidó	shar-pei	kan	20	5
Ibolya	magyar agár	szuka	27	2
214527	am.bulldog	kan	35,6	4,5
Coco	keverék	iv. szuka	16,6	1,5
Dorka	keverék	iv. szuka	23	10
Bori	magyar agár	iv. szuka	30	5
Írisz	magyar agár	szuka	27	2
Leika	keverék	szuka	4,5	0,6
Steak	tacskó	iv. kan	12,8	2,5
Heidi	labrador	iv. szuka	28	4
Csillag	keverék	iv. szuka	7,8	13

A 35 kutyából 33-nál mind a három pozícióban voltak eredményeink, míg 2 kutyánál a hason fektetett pozícióban nem kaptunk értékelhető eredményeket. (Ld. 2. táblázat.)

2. táblázat: Az általunk mért átlagos vérnyomás értékek. sziszt: szisztolés vérnyomás érték, MAP: artériás középnyomás, diaszt: diasztolés vérnyomás érték

Állat	Állva				Jobb oldalt fekvé				Hason fekvé			
	sziszt	MAP	diaszt	pulzus	sziszt	MAP	diaszt	pulzus	sziszt	MAP	diaszt	pulzus
Sissy	113	78	59	147	114	83	65	160	114	77	57	149
Füles	136	90	65	98	133	88	63	87	126	86	64	89
Walter	165	113	85	111	164	113	85	100	159	106	77	100
Felleg	127	90	69	86	137	84	56	94	na	na	na	na
Ékes	181	121	89	96	162	114	88	92	146	101	77	95
Gustavo	137	99	78	167	125	95	78	142	156	109	83	172
Boróka	155	103	75	124	158	106	77	90	167	101	66	92
Nina	142	96	70	108	157	103	74	127	158	95	62	99
Borka	120	87	68	120	116	86	69	141	121	88	69	119
Panka	134	97	77	87	119	82	61	78	137	94	71	79
Helka	163	103	71	82	146	100	75	96	168	109	78	74
Mad	207	142	107	154	207	137	100	130	208	136	98	140
Fodorka	166	117	91	123	147	107	86	132	155	107	81	133
Kócos	140	99	77	142	146	98	72	136	151	104	79	144
Saci	125	85	63	91	139	94	69	89	122	85	64	100
Hektor	108	75	56	123	121	86	66	115	120	84	64	109
Mila	153	90	57	93	153	103	76	90	152	98	68	92
Moxi	143	95	69	107	125	84	61	82	145	104	82	104
Iglice	128	91	71	79	140	94	69	65	138	98	76	61
Nimród	139	96	72	102	125	88	67	103	134	90	66	88
Domitor	182	113	76	85	150	101	75	77	171	115	85	92
Daeron	119	77	55	68	112	73	51	64	120	79	57	68
Sunny	137	95	71	85	116	86	68	94	133	92	70	89
Dapa	92	60	42	102	103	66	45	100	98	58	35	98
Fidó	116	81	62	165	110	79	62	160	na	na	na	na
Ibolya	121	81	59	95	113	77	57	106	130	88	66	91
214527	134	98	78	106	158	109	82	85	139	97	74	90
Coco	131	87	64	118	137	97	75	127	129	88	66	133
Dorka	127	96	79	159	153	113	91	137	145	108	87	150
Bori	134	94	72	93	147	96	69	64	137	96	73	68
Írisz	123	82	59	63	107	71	52	64	109	78	59	61
Leika	103	74	58	159	108	71	51	110	103	75	60	142
Steak	125	90	70	86	138	91	65	81	125	88	68	89
Heidi	167	113	83	124	148	104	81	109	167	116	89	136
Csillag	146	100	75	103	143	97	73	83	150	98	70	94

A vizsgált pácienseknél az általunk mért szisztolés vérnyomás 92 Hgmm és 208 Hgmm között változott (átlagosan 138,34 +/- 22,62 Hgmm), a diasztolés vérnyomás 35 Hgmm és 107 Hgmm között volt (átlagosan 70,55 +/- 11,92 Hgmm), a MAP 58 Hgmm és 142 Hgmm közé esett (átlagosan 94,49 +/- 14,81 Hgmm), míg a pulzus 61/perc és 172/perc között számolta a műszer (átlagosan 105,83 +/- 27,70/perc). (Ld. 3. táblázat.)

3. táblázat: A mért értékek átlaga és szórása. MAP: artériás középnyomás

Testhelyzet	Szisztolés vérnyomás (Hgmm)	MAP (Hgmm)	Diasztolés vérnyomás (Hgmm)	Pulzus /perc
Állva	138,26±23,94	94,51±15,45	70,63±12,15	110,03±28,00
Jobb o. fekvő	136,49±21,70	93,60±14,78	70,11±12,20	103,14±26,99
Hason fekvő	140,39±22,67	95,39±14,56	70,94±11,72	104,24±28,44

A különféle testhelyzetekben mért értékekben párosított t-próbával és ismételt mérések varianciaanalízissel is csak a pulzusszám esetén kaptunk szignifikáns különbséget, vérnyomásértékek között szignifikáns különbség nem volt. (Ld. 4-5. táblázatok)

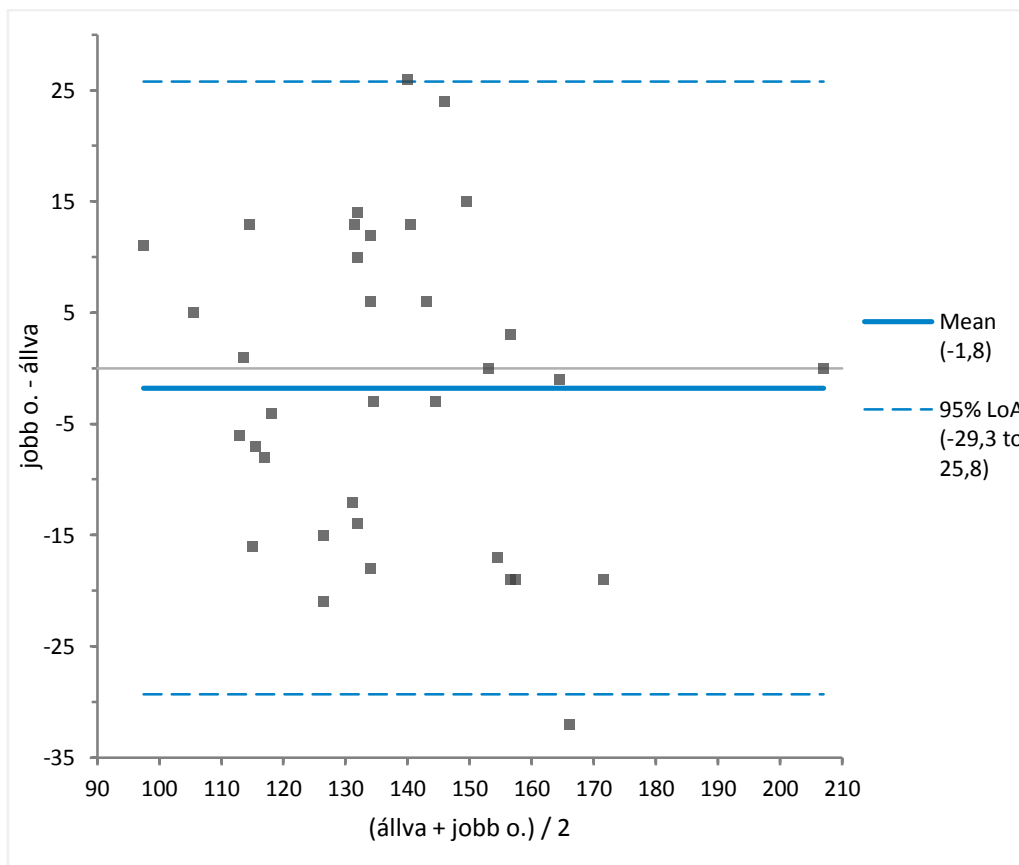
4. táblázat: Az elvégzett párosított t-próbák p értékei (szignifikáns, ha $p < 0,05$)

Testhelyzetek	Szisztolés	MAP	Diasztolés	Pulzus
Állva-jobb oldalfekvés	0,461	0,498	0,664	0,014
Jobb oldalfekvés-hasonfekvés	0,163	0,470	0,913	0,306
Hasonfekvés-állva	0,541	0,769	1,000	0,013

5. táblázat: A vérnyomásértékek ismételt mérések varianciaanalízise. (szignifikáns, ha $p < 0,05$)

Mért változó	p-érték
Szisztolés vérnyomás	0,3557
Diasztolés vérnyomás	0,9902
Artériás középnyomás	0,7203
Pulzusszám	0,0103

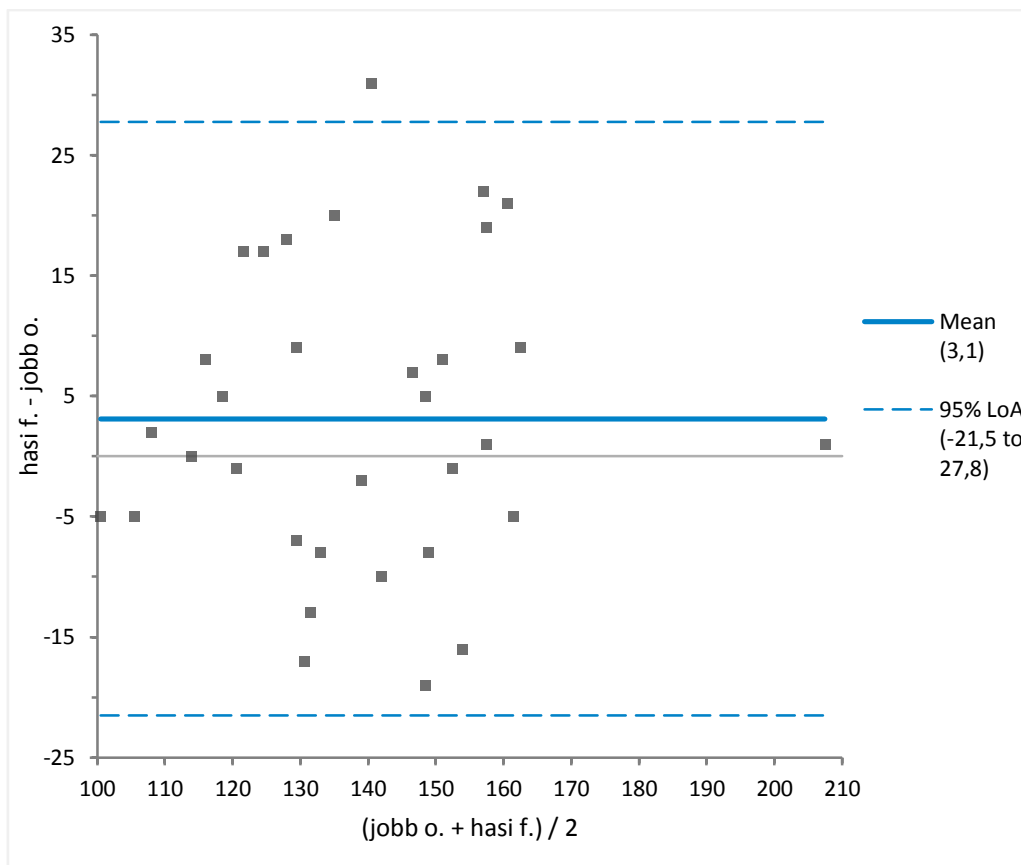
A mérések összehasonlítását Bland-Altman analízissel is elvégeztük. A testhelyzeteket párokban hasonlítottuk össze, így minden értéknél 3-3 vizsgálat (összesen 12) volt. (Ld. 3.-5. ábra, illetve 9.-11. táblázat)



3. ábra: Az álló és jobb oldalra fektetett testhelyzetekben mért szisztolés vérnyomásértékek összehasonlító grafikonja Bland-Altman analízissel. LOA: a kétféle módszerrel mért értékek eltéréseinek 95%-os felső és alsó határa (limits of agreement) Mean: átlagos eltérés

6. táblázat: Az álló és jobb oldalra fektetett testhelyzetekben mért értékek összehasonlító táblázata Bland-Altman analízissel. LOA: a kétféle módszerrel mért értékek eltéréseinek 95%-os felső és alsó határa (limits of agreement) SD: Szórás

Paraméter	Szisztolés vérnyomás Hgmm	Diasztolés vérnyomás Hgmm	Artériás középnyomás Hgmm	Pulzusszám /perc
Átlagos különbség	-1,8	-0,5	-0,9	-6,9
95% Alsó LoA	-29,3	-14,1	-16,4	-37,9
95% Felső LoA	25,8	13,1	14,6	24,1
SD	14,0	7,0	7,9	15,8



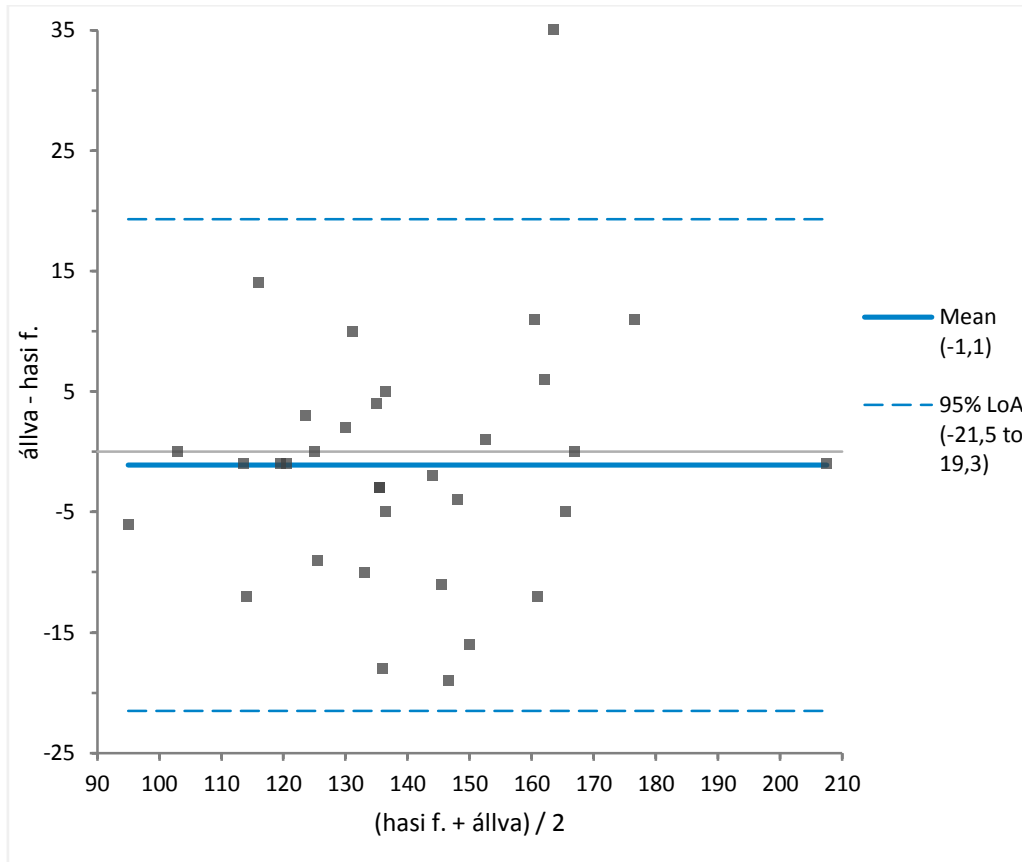
4. ábra: A hason és jobb oldalon fekvő testhelyzetekben mért szisztolés vérnyomásértékek összehasonlító grafikonja Bland-Altman analízissel. LOA: a kétféle módszerrel mért értékek eltéréseinek 95%-os felső és alsó határa (limits of agreement) Mean: átlagos eltérés

10. táblázat: A hason és jobb oldalon fekvő testhelyzetekben mért értékek összehasonlító táblázata Bland-Altman analízissel. LOA: a kétféle módszerrel mért értékek eltéréseinek 95%-os felső és alsó határa (limits of agreement) SD: Szórás

Paraméter	Szisztolés vérnyomás Hgmm	Diasztolés vérnyomás Hgmm	Artériás középnyomás Hgmm	Pulzusszám /perc
Átlagos különbség	3,1	0,2	1,1	2,5
95% Alsó LoA	-21,5	-15,4	-15,3	-25,0
95% Felső LoA	27,8	15,7	17,4	30,1
SD	12,6	7,9	8,3	14,0

11. táblázat: Az álló és hason fekvő testhelyzetekben mért értékek összehasonlító táblázata Bland-Altman analízissel. LOA: a kétféle módszerrel mért értékek eltéréseinek 95%-os felső és alsó határa (limits of agreement) SD: Szórás

Paraméter	Szisztolés vérnyomás Hgmm	Diasztolés vérnyomás Hgmm	Artériás középnyomás Hgmm	Pulzusszám /perc
Átlagos különbség	-1,1	0,0	-0,3	4,8
95% Alsó LoA	-21,5	-13,0	-13,0	-16,0
95% Felső LoA	19,3	13,0	12,3	25,7
SD	10,4	6,6	6,5	10,6



5. ábra: A hason fekvő és álló testhelyzetekben mért szisztolés vérnyomásértékek összehasonlító grafikonja Bland-Altman analízissel. LOA: a kétféle módszerrel mért értékek eltéréseinek 95%-os felső és alsó határa (limits of agreement) Mean: átlagos eltérés

Diszkusszió

Kutatásom célja az volt, hogy megállapítsam, a vérnyomás mérésekor az állat testhelyzete befolyásolja-e a mért értékeket. Az általam elvégzett mérések és statisztikai vizsgálatok alapján azt lehet látni, hogy a különböző testhelyzetekben mért vérnyomásértékek között az eltérések nem szignifikánsak, a testhelyzet nem befolyásolja klinikai szempontból jelentősen a kutyák farkán mért vérnyomás értékeit. Eredményeink némileg ellentmondanak a szakirodalomban közölt korábbi vizsgálati eredményeknek. Az első kutatások a vérnyomás változásáról a műtét közbeni fektetések miatt készültek el. Ezekben a vizsgálatokban azt találták, hogy jobb oldalt fektetésben a véres úton mért vérnyomás szignifikánsan magasabb volt (128 +/- 17 Hgmm szemben 147 +/- 19 Hgmm-rel) (NAKAO, 1986). Bright és mtsa vizsgálata metodikában jobban összevethető a saját kutatásunkkal, ők éber állapotban 158 ír farkaskutya vérnyomását vizsgálták a farkon oszcillometriával, és a kutatásuk eredménye az lett, hogy csak a diasztolés vérnyomásban van szignifikáns különbség a fekvő és álló pozíció között (fektetve alacsonyabb volt a diasztolés vérnyomás) (BRIGHT, 2002). Bár mi kevesebb kutyát vizsgáltunk, azonban a saját vizsgálatunk során a legkisebb különbség éppen a diasztolés értékek közt volt, így lehetséges, hogy a két kutatás kissé eltérő eredményét az eltérő mérőműszer vagy fajtabeli különbségek okozhatták. Larsson és mtsai kutatásukban 120 kutya vérnyomását vizsgálták meg Doppler eljárással. Az általuk végzett vizsgálatban, a kutyák vérnyomása, amit a tulajdonos ölében mértek, nem különbözött attól, amit jobb oldalt fektetésben találtak (141 Hgmm szemben 139 Hgmm-rel), viszont hasi fektetésben ez magasabb volt (153 Hgmm). Így náluk volt különbség a jobb oldalt illetve hasi fektetésben mért átlagos szisztolés vérnyomásnál (LARSSON, 2015). Egy másik Doppleres vérnyomásmérési vizsgálatban is azt találták, hogy a vérnyomás ülve magasabb volt, mint oldalt fekvő helyzetben (RONDEAU, 2013). E két kutatás feltehetően a hason fekvő, illetve ülő helyzetben a mellső láb izomzata miatti megfeszülések mandzsettára gyakorolt hatását mérhette. A Doppler eljárás egyik nagy hátránya, hogy az izomműködésből adódó mandzsettanyomás eltérése (a szemmel jól látható mozgások kivételével) nem elkülöníthető az ellazult állapotban mért valós nyomásértékektől. Egyes szerzők ezért ennél a módszernél csak az oldalfekvő helyzetet tartják elfogadhatónak. Valójában a Doppler eljárás kutyákban azonban annyira pontatlan eredményeket ad, hogy használata semmilyen logikus következtetés levonására, így a testhelyzet befolyásoló szerepének meghatározására sem alkalmas (MANCZUR, 2014).

Kutatásunk limitációihoz tartozik, hogy a vérnyomást csak indirekt úton mértük. Érdekes lett volna megfigyelni, hogy a véres úton mért vérnyomásértékeket vajon befolyásolta volna a testhelyzet, illetve, azt hogy a különféle testhelyzetek hogyan befolyásolják az indirekt mérések pontosságát. Ennek elvégzésére azonban nem volt lehetőségünk.

Bár a csoportok között egyik vérnyomásértékben sem találtunk szignifikáns különbséget, egyazon kutya vérnyomása nem volt teljesen azonos a különböző helyzetekben. Pl. álló helyzetben átlagosan $1,7 \pm 13,8$ Hgmm-el különbözött a szisztolés érték az oldalt fekvő helyzetben mérttől. A különbségek nagyságrendje megegyezett a szisztolés, diasztolés és középnyomás értékeknél és a különféle testhelyzetek összehasonlításánál (átlagosan 0-3 Hgmm különbség, 6,5-14 Hgmm szórás). Ezek a különbség azonban éppen megfelelnek az azonos testhelyzetben megismételt vizsgálatoknál publikált napon belüli változékonysággal. Megfigyelték, hogy ha egy kutyának egy nap többször, ugyanazon a ponton, ugyanolyan módszerrel megméri a vérnyomását, a szisztolés érték akár 13 Hgmm-rel is eltérhet (CHETBOUL, 2010).

Összefoglalva, kutyák HDO-módszerrel farkon mért vérnyomásértékeire nincs lényeges hatással a testhelyzet. Mivel a kutyák általában más és más testhelyzetet preferáltak, minden egyednél a neki legmegnyugtatóbb pozícióban kell a vérnyomásmérést végrehajtani. Bár ugyanazon egyednél érdemes mindig ugyanebben a testhelyzetben elvégezni a későbbi vizsgálatokat, a testhelyzetek közötti eltérések nem befolyásolják az egyedek közötti összehasonlítást.

Összefoglalás

Az indirekt vérnyomásmérés mára a kisállatorvoslásban a mindennapi klinikai munka részévé vált. Mivel a különböző vérnyomásmérők és mérési technikák eltérő pontosságúak, az elmúlt néhány évtizedben sok kutatás irányult arra, hogy megtalálják a legmegbízhatóbb, a hétköznapi állatorvosi gyakorlatban is egyszerűen kivitelezhető eljárást. A Belgyógyászati Tanszék Kardiológiai és Nefrológiai Munkacsoportjának korábbi vizsgálatai és a szakirodalmi adatok alapján úgy tűnik, hogy kutyákban a legpontosabb eredményeket HDO (High Definition Oscillometry) mérőműszerrel, a farkon mérve kaphatjuk. Arról azonban eddig kevés tanulmány született, hogy a különböző testhelyzetekben mért vérnyomásértékek mennyire eltérőek.

Kutatásunk célja az volt, hogy megvizsgáljuk, a farkon mért vérnyomás értékeket mennyire befolyásolja a testhelyzetek változása. Ehhez összesen 35 kutya (27 fajtatiszta és 8 keverék) vérnyomását mértük meg. A kutyák közül 23 volt szuka és 12 kan, testtömegük 3,6 és 70 kg között, életkoruk 6 hónap és 14 év között volt. A mérési körülményeket standardizáltuk: minden mérést HDO módszerrel, a farkon végeztünk, és ugyanazt a protokollt használtuk az összes kutyánál. Három különböző testhelyzetben összehasonlítottuk a szisztolés és diasztolés vérnyomásértékeket, az artériás középnyomást és a pulzust. A pozíciók sorrendjét véletlenszerűen választottuk meg mindegyik egyednél, és minden testhelyzetben legalább három mérés eredményét átlagoltuk, így összesen körülbelül 450 mérést végeztünk. A mérési eredményeket párosított T-próbával ($p < 0,05$ tekintettük szignifikánsnak) és Bland-Altman analízissel hasonlítottuk össze.

Az állatok farkán mért szisztolés, diasztolés és artériás középnyomás alig változott a különféle testhelyzetekben. Pl. a szisztolés artériás vérnyomás állva 137 ± 25 Hgmm, oldalt fekve 135 ± 22 Hgmm, míg hason fekve 13 ± 23 Hgmm volt. Bár a csoportok között egyik vérnyomásértékben sem találtunk szignifikáns különbséget, egyazon kutya szisztolés vérnyomása pl. álló helyzetben átlagosan $1,7 \pm 13,8$ Hgmm-el különbözött az oldalt fekvő helyzetben mérttől. Ez a különbség azonban éppen megfelel az azonos testhelyzetben megismételt vizsgálatoknál publikált napon belüli változékonysággal.

Eredményeink alapján elmondható, hogy a testhelyzet nem befolyásolja klinikai szempontból jelentősen a kutyák farkán mért vérnyomás értékeit. Mivel a kutyák általában más és más

testhelyzetet preferáltak, minden egyednél a neki legmegnyugtatóbb pozícióban kell a vérnyomásmérést végrehajtani. Bár ugyanazon egyednél érdemes mindig ugyanebben a testhelyzetben elvégezni a későbbi vizsgálatokat, a testhelyzetek közötti eltérések nem befolyásolják az egyedek közötti összehasonlítást.

Summary

Nowadays, indirect blood pressure measurement methods have become a daily routine in small animal practice. Because various blood pressure measuring techniques and devices have different accuracy, many investigations were carried out to find the method with the highest accuracy, and which we can use easily in daily veterinary practice. Based on the literature data and on the former research of the Cardiology and Nephrology Research Team of the Internal Medicine Department, it appears that the High Definition Oscillometry (HDO) device provides the most accurate results in dogs, especially when the measurement is performed on the tail. However, there are only few studies about the effect of body position on the measured blood pressure values.

The goal of our research was to determine how the obtained blood pressure values are affected by changing the body position of the dogs. We measured the blood pressure of 35 dogs (27 purebred and 8 mixed breed). There were 23 bitches and 12 males, their body weight was between 3,6 and 70 kilograms, their age was between 6 months and 14 years. We performed the blood pressure measurements with the HDO method on the tail under standardized circumstances by using the same protocol for each dog. We compared the systolic, diastolic and mean arterial pressures and the measured pulse rate in three different body positions. The order of measurements was randomly selected and at least three consecutive measurement values were averaged in each body position, thus we used the results of about 450 measurements. The obtained values were compared by paired T-test ($p < 0,05$ was considered significant) and Bland-Altman analysis.

The systolic, diastolic and mean arterial pressures were fairly similar at different body positions e.g. systolic arterial pressures were 137 ± 25 mmHg, 135 ± 22 mm Hg and 139 ± 23 mmHg in standing, lateral and sternal recumbent position, respectively. Although, there were no significant differences in between the different body position in any of the measured blood pressure values when compared in groups, the individual dogs' blood pressure varied between the measurements. For example, the systolic arterial pressure measured in standing position can be $1,7 \pm 13,8$ mmHg different from the blood pressure value obtained in lateral recumbent position in the same dog. However, this difference is equal in magnitude with the published within the day variability of blood pressure measurements in dogs.

We can conclude that the body position of the dogs doesn't affect the blood pressure measurements when performed on their tail. As dogs usually prefer different body positions, the position which is the least disturbing to the individual should be chosen for the measurements. Though, it is advisable to insist on the chosen position in the same dog during the later control exams, the blood pressure values obtained from different individuals in different body positions are readily comparable.

Köszönetnyilvánítás

Köszönöm mindazoknak a segítséget, akik közreműködtek a TDK dolgozat elkészülésében.

Elsősorban szeretnék köszönetet mondani témavezetőimnek, dr. Falus Fruzsinnak és dr. Manczur Ferencnek, hogy lehetőséget biztosítottak a TDK dolgozat elkészítéséhez. A kutatás alatti folyamatos segítségük és támogatásuk nélkülözhetetlen volt ahhoz, hogy a dolgozat létrejöhessen.

Köszönettel tartozom a Belgyógyászati Tanszéknek és Klinikának, hogy a szükséges eszközöket rendelkezésemre bocsájtották.

Külön köszönet illeti még a tulajdonosokat, akik a kutatás sikeres elvégzéséhez felajánlották kutyáikat.

Források

ACIERNO, M.J., DOMINGUES, M.E., RAMOS, S.J., SHELBY, A.M.: Comparison of directly measured arterial blood pressure at various anatomic locations in anesthetized dogs. *American Journal of Veterinary Research* 2015; 76:266–271

BABBS, C.F.: Oscillometric measurement of systolic and diastolic blood pressures validated in a physiologic mathematical model. *BioMedical Engineering OnLine* 2012, 11:56

BODEY, A.R., YOUNG, L.E., BARTRAM, D.H., DIAMOND, M.J., MICHELL, A.R.: A comparison of direct and indirect (oscillometric) measurements of arterial blood pressure in anaesthetised dogs, using tail and limb cuffs. *Research in Veterinary Science* 1994; 57 (3):265-9.

BODEY, A.R., MICHELL, A.R., BOVEE, K.C., BURANAKURL, C., GARG, T.: Comparison of direct and indirect (oscillometric) measurements of arterial blood pressure in conscious dogs. *Research in Veterinary Science* 1996; 61 (1):17-21.

BODEY, A.R., MICHELL, A.R.: Epidemiological study of blood pressure in domestic dogs. *Journal of Small Animal Practice* 1996; 37 (3):116-25.

BODEY, A.R., MICHELL, A.R.: Longitudinal studies of reproducibility and variability of indirect (oscillometric) blood pressure measurements in dogs: evidence for tracking. *Research in Veterinary Science* 1997; 63 (1):15-21.

BRIGHT, J.M., DENTINO, M.: Indirect arterial blood pressure measurement in nonsedated Irish wolfhounds: reference values for the breed. *Journal of the American Animal Hospital Association* 2002; 38 (6):521-6.

BROCK, N.: Hypotension, WESTERN VETERINARY CONFERENCE 2009, www.vin.com

BROWN, S., ATKINS, C., BAGLEY, R., CARR, A., COWGILL, L., DAVIDSON, M., EGNER, B., ELLIOTT, J., HENIK, R., LABATO, M., LITTMAN, M., POLZIN, D., ROSS, L., SNYDER, P., STEPIEN R.: Guidelines for the Identification, Evaluation, and Management of Systemic Hypertension in Dogs and Cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 2007; 21:542–558.

CHETBOUL, V., TISSIER, R., GOUNI, V., DE ALMEIDA; V., LEFEBVRE, H.P., CONCORDET, D., JAMET, N., SAMPEDRANO, C.C., SERRES, F., JEAN-LOUIS POUCHELON, J.: Comparison of Doppler ultrasonography and high-definition oscillometry for blood pressure measurements in healthy awake dogs. *American Journal of Veterinary Research* 2010; 71:766–772.

CHETBOUL, V., LEFEBVRE, H.P., PINHAS, C., CLERC, B., BOUSSOUF, M., POUCHELON, J.L.: Spontaneous feline hypertension: clinical and echocardiographic abnormalities, and survival rate. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 2003; 17 (1):89-95.

CHOBANIAN, A.V., BAKRIS, G.L., BLACK, H.R., CUSHMAN, W.C., GREEN, L.A., IZZO, J.L. JR, JONES, D.W., MATERSON, B.J., OPARIL, S., WRIGHT, J.T. JR, ROCCELLA, E.J.: The Seventh Report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure: the JNC 7 report. *Journal of the American Medical Association* 2003; 289 (19):2560-72.

COULTER, D.B., KEITH, J.C. JR: Blood pressures obtained by indirect measurement in conscious dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 1984; 184 (11):1375-8.

COX, R.H., PETERSON, L.H., DETWEILER, D.K.: Comparison of arterial hemodynamics in the mongrel dog and the racing greyhound. *The American Journal of Physiology* 1976; 230 (1):211-8.

DART, A.M., KINGWELL, B.A.: Pulse pressure-a review of mechanisms and clinical relevance. *Journal of the American College of Cardiology* 2001; 37 (4):975-84.

GARNER, H.E., HAHN, A.W., HARTLEY, J.W., HUTCHESON, D.P., COFFMAN, J.R.: Indirect blood pressure measurement in the dog. *Laboratory Animal Science* 1975; 25 (2):197-202.

GARNER, D., LAKS, M.M.: New implanted chronic catheter device for determining blood pressure and cardiac output in conscious dog. *The American Journal of Physiology* 1985; 249 (3 Pt 2):H681-4.

GÓJSKA-ZYGNER, O., ZYGNER, W.: Hyperaldosteronism and its association with hypotension and azotaemia in canine babesiosis. *The Veterinary Quarterly* 2015; 35 (1):37-42.

HARVEY, J., FALSETTI, H., COOPER, P., DOWNING, D.: Auscultatory indirect measurement of blood pressure in dogs. *Laboratory Animal Science* 1983; 33 (4):370-2.

JACOB, F., POLZIN, D.J., OSBORNE, C.A., NEATON, J.D., LEKCHAROENSUK, C., ALLEN, T.A., KIRK, C.A., SWANSON, L.L.: Association between initial systolic blood pressure and risk of developing a uremic crisis or of dying in dogs with chronic renal failure. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 2003; 222 (3):322-9.

JEPSON, R.E., BRODBELT, D., VALLANCE, C., SYME, H.M., ELLIOTT J.: Evaluation of Predictors of the Development of Azotemia in Cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 2009; 23:806–813.

JEPSON, R.E.: Feline systemic hypertension: Classification and pathogenesis. *Journal of Feline Medical and Surgery* 2011; 13 (1):25-34.

KALLET, A.J., COWGILL, L.D., KASS, P.H.: Comparison of blood pressure measurements obtained in dogs by use of indirect oscillometry in a veterinary clinic versus at home. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 1997; 210 (5):651-4.

KARSAI, F.: Állatorvosi kórélettan. *Mezőgazdasági Kiadó* 1982

KURTZ, T.W., GRIFFIN, K.A., BIDANI, A.K., DAVISSON, R.L., HALL, J.E.; Subcommittee of Professional and Public Education of the American Heart Association.: Recommendations for blood pressure measurement in humans and experimental animals. Part 2: Blood pressure measurement in experimental animals: a statement for professionals from the subcommittee of professional and public education of the American Heart Association council on high blood pressure research. *Hypertension* 2005; 45 (2):299-310.

LARSSON, M.H.M.A., ITIKAWA, P.H., MANTOVANI, M.M., CASTRA, J.R., GOLDFEDER, G.T., SCHWARTZ.: Comparison of measurement of systolic arterial blood pressure by doppler method in different body positions in conscious dogs. *ECVIM-CA Congress* 2015; Poster section,

LEWIS, O.: Stephan Hales and the measurement of blood pressure. *Journal of Human Hypertension* 1994; 8 (12):865-71.

MACFARLANE, P.D., GRINT, N., DUGDALE, A.: Comparison of invasive and non-invasive blood pressure monitoring during clinical anaesthesia in dogs. *Veterinary Research Communications* 2010; 34:217–227.

MANCZUR F., KUBIK N., NAGY I.: Comparison of direct and indirect blood pressure measurements in conscious beagles. Research Communications of the 24th ECVIM-CA Congress. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 2015; 29:423–484.

MANDINGERS, P.: Non-invasive blood pressure measurement in dogs and cats. *Tijdschrift voor Diergeneeskunde* 2005; 130 (7):198-201.

MCMURPHY, R.M., STOLL, M.R., MCCUBREY, R.: Accuracy of an oscillometric blood pressure monitor during phenylephrine-induced hypertension in dogs. *American Journal of Veterinary Research* 2006; 67 (9):1541-5.

MEYER, O., JENNI, R., GREITER-WILKE, A., BREIDENBACH, A., HOLZGREFE, H.H.: Comparison of Telemetry and High-Definition Oscillometry for Blood Pressure Measurements in Conscious Dogs: Effects of Torcetrapib. *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science* 2010; 49 (4):464-71.

MICHELL, A.R., BODEY, A.R., GLEADHILL, A.: Absence of Hypertension in Dogs with Renal Insufficiency. *Renal Failure* 1997; 19 (1):61-68

MOCHEL, J.P., FINK, M., PEYROU, M., DESEVAUX, C., DEURINCK, M., GIRAUDEL, J.M., DANHOF, M.: Chronobiology of the renin-angiotensin-aldosterone system in dogs: relation to blood pressure and renal physiology. *Chronobiology International* 2013; 30 (9):1144-59.

MONTEIRO, E.R., CAMPAGNOL, D., BAJOTTO, G.C., SIMÕES, C.R., RASSELE, A.C.: Effects of 8 hemodynamic conditions on direct blood pressure values obtained simultaneously

from the carotid, femoral and dorsal pedal arteries in dogs. *Journal of Veterinary Cardiology* 2013; 15 (4):263-70.

MOXHAM, I.M.: Physics of Invasive Blood Pressure Monitoring. *Southern African Journal of Anaesthesia and Analgesia* 2003; 9:1, 33-38.

MUNAGALA, V.K., HART, C.Y.T.; BURNETT, J.C. JR, MEYER, D.M., REDFIELD, M.M.: Ventricular structure and function in aged dogs with renal hypertension: a model of experimental diastolic heart failure. *Circulation* March 2005; 111 (9):1128-35.

NAKAO, S., COME, P.C., MILLER, M.J., MOMOMURA, S., SAHAGIAN, P., RANSIL, B.J., GROSSMAN, W.: Effects of supine and lateral positions on cardiac output and intracardiac pressures: an experimental study. *Circulation* 1986; 73 (3):579-85.

PARKINSON, R., SIM, M.F.: Carotid artery loop puncture; a convenient technique for direct blood pressure measurement in the conscious dog. *British Journal of Pharmacology* 1978; 64 (3): 473.

PETTERSEN, J.C., LINARTZ, R.R., HAMLIN, R.L., STOLL, R.E.: Noninvasive measurement of systemic arterial blood pressure in the conscious beagle dog. *Fundamental and Applied Toxicology* 1988; 10 (1):89-97.

RONDEAU, D.A., MACKALONIS, M.E., HESS, R.S.: Effect of body position on indirect measurement of systolic arterial blood pressure in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 2013; 242 (11):1523-7.

RUDAS, P., FRENYÓ, V.L.: Az állatorvosi élettan alapjai. *Springer Hungarica Kiadó Kft.*, 1995

SANSOM, J.: Ocular signs in four dogs with hypertension. *The Veterinary Record* 1997; 140 (23):593-8.

SAWYER, D.C., GUIKEMA, A.H., SIEGEL, E.M.: Evaluation of a new oscillometric blood pressure monitor in isoflurane-anesthetized dogs. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia* 2004; 31 (1):27-39.

SELISKAR, A., ZRIMSEK, P., SREDENŠEK, J., PETRIČ, A.D.: Comparison of high definition oscillometric and Doppler ultrasound devices with invasive blood pressure in anaesthetized dogs. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia* January 2013; 40 (1):21-7.

SHINOZAKI, M., MUTEKI, T., KAKU, N., TSUDA, H.: Hemodynamic relationship between renal venous pressure and blood flow regulation during positive end-expiratory pressure. *Critical Care Medicine* 1988; 16 (2):144-7.

TRUETT, A.A., WEST, D.B.: Validation of a radiotelemetry system for continuous blood pressure and heart rate monitoring in dogs. *Laboratory Animal Science* 1995; 45 (3):299-302.

VACHON, C., BELANGER, M.C., BURNS, P.M.: Evaluation of oscillometric and Doppler ultrasonic devices for blood pressure measurements in anesthetized and conscious dogs. *Research in Veterinary Science* 2014; 97 (1):111-7.

WEIR, M.R. DZAU, V.J.: The renin-angiotensin-aldosterone system: a specific target for hypertension management. *American Journal of Hypertension* 1999; 12 (12 Pt 3):205S-213S.

WERNICK, M., DOHERR, M., HOWARD, J., FRANCEY, T.: Evaluation of high-definition and conventional oscillometric blood pressure measurement in anaesthetised dogs using ACVIM guidelines. *Journal of Small Animal Practice* 2010; 51 (6):318-24.

WESSALE, J.L., SMITH, L.A., REID, M., JANAS, W., CARTER, A.B., GEDDES, L.A.: Indirect auscultatory systolic and diastolic pressures in the anesthetized dog. *American Journal of Veterinary Research* 1985; 46 (10):2129-32.